

AE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-260694

(43)Date of publication of application : 16.09.1994

(51)Int.CI.

H01L 41/08

B06B 1/06

(21)Application number : 05-075414

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 08.03.1993

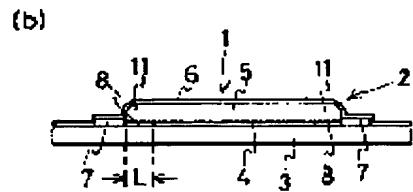
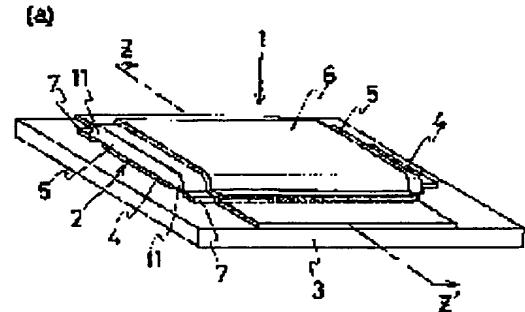
(72)Inventor : TAKEUCHI YUKIHISA  
KIMURA KOJI

## (54) PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRRICTIVE FILM TYPE ELEMENT

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve productivity by facilitating prevention of short circuit between upper and lower electrodes without necessity of precise aligning of an end of a piezoelectric/electrostrictive film with that of a lower electrode film and to remove influence of coupling of an extension of the film to a ceramic board in order to sufficiently utilize an effect of short circuit preventing means.

**CONSTITUTION:** A piezoelectric/electrostrictive film 5 on a lower electrode film 4 is covered with the film 4, and formed in a size for extending at its end to a ceramic board 3, and this extended part 11 is incompletely coupled with the board 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3151644

[Date of registration] 26.01.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-260694

(43)公開日 平成6年(1994)9月16日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 01 L 41/08  
B 06 B 1/06

識別記号

序内整理番号  
Z 7627-5H  
9274-4M

F I

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 FD (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平5-75414

(22)出願日

平成5年(1993)3月8日

(71)出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72)発明者 武内 幸久

愛知県西加茂郡三好町大字福谷字堂ノ後42  
番地の1

(72)発明者 木村 浩二

名古屋市天白区表山3丁目150番地 (日本  
碍子八事寮)

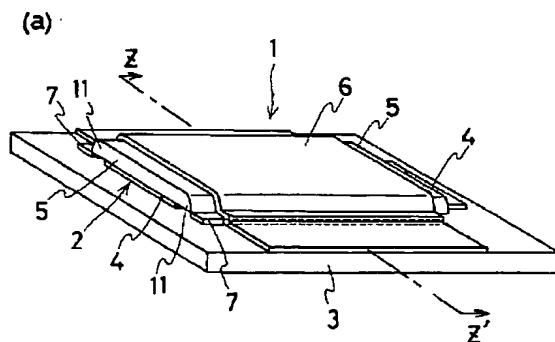
(74)代理人 弁理士 石田 喜樹

(54)【発明の名称】 壓電／電歪膜型素子

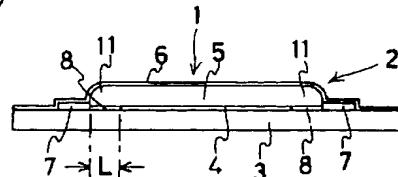
(57)【要約】

【目的】 壓電／電歪膜の端部と下部電極膜の端部との精密な位置合わせを必要とせず、上下電極間の短絡防止を容易にし、生産性を向上させることと、短絡防止手段による効果を充分活かすために、圧電／電歪膜の張り出し部とセラミック基板との結合による影響を除去すること。

【構成】 下部電極膜4上の圧電／電歪膜5を、下部電極膜を覆い、且つ端部がセラミック基板3上へ張り出す大きさとし、この張り出し部11を前記セラミック基板3と不完全結合状態とした。



(b)



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄肉のセラミック基板と、その基板上に形成され、下部電極膜及び圧電／電歪膜及び上部電極膜を順次積層形成してなる圧電／電歪作動部とを備えた圧電／電歪膜型素子において、前記下部電極膜上の圧電／電歪膜を、下部電極膜を覆い、且つ端部が前記セラミック基板上へ張り出す大きさとしたことを特徴とする圧電／電歪膜型素子。

【請求項2】 前記セラミック基板上へ張り出した圧電／電歪膜の張り出し部を前記セラミック基板と不完全結合状態としたことを特徴とする請求項1に記載の圧電／電歪膜型素子。

【請求項3】 前記セラミック基板が、酸化イットリウム及び酸化セリウム及び酸化マグネシウム及び酸化カルシウムの内、少なくとも1つの化合物を含有することによって結晶相が完全安定化もしくは部分安定化された酸化ジルコニウムを主成分とする材料で構成された請求項1又は請求項2のいずれかに記載の圧電／電歪膜型素子。

【請求項4】 前記圧電／電歪膜が、マグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とから成る成分を主成分とする材料若しくはニッケルニオブ酸鉛及びマグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とから成る成分を主成分とする材料で構成された請求項1又は請求項2又は請求項3のいずれかに記載の圧電／電歪膜型素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、圧電／電歪膜型素子、中でも主にインクジェットプリントヘッド、マイクロホン、発音体（スピーカー等）、各種振動子や発振子、更にはセンサー等に用いられるユニモルフ型やバイモルフ型等の、屈曲変位を発生させるタイプの圧電／電歪膜型素子に関するものである。なお、ここで呼称される素子とは、電気エネルギーを機械エネルギー、すなわち機械的な変位または応力または振動に変換する素子のほか、その逆の変換を行なう素子をも意味するものである。また、この発明の素子は、圧電／電歪特性のほか、誘電性も有しているので、膜状のコンデンサ素子等としても用いることが可能である。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、光学や精密加工等の分野において、サブミクロンのオーダーで光路長や位置を調整する変位素子や微小変位を電気的変化として検知する検出素子が所望されるようになってきており、これに応えるものとして、強誘電体等の圧電／電歪材料に電界を加えた時に起こる逆圧電効果や電歪効果に基づく変位あるいはその逆の現象を利用した素子である、アクチュエータやセンサーのような圧電／電歪素子の開発が進められている。

2

【0003】 そのような分野の中で、インクジェットプリントヘッド等においては、圧電／電歪素子の構造として、従来から知られているユニモルフ型やバイモルフ型等の屈曲変位タイプが、好適に採用されているが、プリンタの印字品質・印字速度等の向上の要求に応えるため、圧電／電歪素子の小型高密度化、低電圧作動化、高速応答化を図るために開発が進められている。それらのユニモルフ型やバイモルフ型等の圧電／電歪素子は、薄肉のセラミック基板上に、下部電極膜及び圧電／電歪膜及び上部電極膜を順次積層して形成されるが、素子を形成する際、圧電／電歪膜が下部電極膜より短いと、上部電極膜と下部電極膜とが短絡する虞れがあるため、圧電／電歪膜はその端部が下部電極膜の端部と一致するよう形成され、その上に上部電極膜が形成されている。しかし、このように、圧電／電歪膜の端部と下部電極膜の端部とを一致させるためには、非常に精密な位置合わせを必要とするため、生産性に問題があるほか、上下電極間の絶縁信頼性にも問題があった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 この発明が課題とするところは、そのような精密な位置合わせを必要とせず、上下電極間の短絡防止を容易にし、生産性を向上させることにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明は、上記課題を解決するために開発されたもので、その要旨は、下部電極膜上の圧電／電歪膜を、下部電極膜を覆い、且つ端部が前記セラミック基板上へ張り出す大きさとしたことにある。

【0006】 このようにして、圧電／電歪膜をセラミック基板上へ張り出し形成することにより、精密な位置合わせが不要となり、容易に短絡防止を図ることができるが、以下に述べるように、圧電／電歪膜を熱処理した時に圧電／電歪膜の張り出し部とセラミック基板とが結合し、圧電／電歪膜が発生する屈曲変位乃至発生力が結合部で制限される場合があり、結合された状態でも素子として十分機能するが、素子が本来有する特性を十二分に引き出すためには結合による影響を可能な限り除去した方が望ましい。従って、この発明は、前記短絡防止手段による効果を充分活かすために、かかる結合による影響を除去することをも目的とする。以下に、かかる結合が生ずる原因と結合による影響を除去するための手段を説明する。

【0007】 図11は前記短絡防止手段を講じたユニモルフ型素子の一例である。図示のように圧電／電歪膜(5)を下部電極膜(4)を覆うように形成し、短絡を防止した結果、圧電／電歪膜(5)が下部電極膜(4)からセラミック基板(3)上へ張り出した、張り出し部(11), (11)が形成され、各張り出し部の端部は圧電／電歪膜を熱処理した時にセラミック基板(3)と反応や焼結等を起こ

し、結合される ((12), (12) が結合部)。

【0008】ここで、圧電／電歪膜の内、歪みを発生する部分は、電界の作用を受ける部分、すなわち両電極膜に挟まれた部分のみであるから、張り出し部(11), (11)には歪みは発生しない。従って、その両電極に挟まれた部分が屈曲変位乃至発生力を発現しようとしても、張り出し部がセラミック基板と結合されているため、屈曲変位乃至発生力が少し制限されてしまう形となり、素子本来の性能を十二分に発揮することができない。特に、素子に大きな変位及び高速応答性が要求されるインクジェットプリントヘッド等に利用する場合は、かかる結合による影響が少ない方が望ましい。なお、このようなことはバイモルフ型素子でも同様である。

【0009】そこで、かかる結合による影響を少なくする手段として、セラミック基板上へ張り出した圧電／電歪膜の張り出し部を前記セラミック基板と不完全結合状態とすることが望ましい。ここで、不完全結合状態とは、張り出し部の一部がセラミック基板と結合した状態、または、結合した部分が全くない未結合の状態のことを意味する。

【0010】また、前記セラミック基板が、酸化イットリウム及び酸化セリウム及び酸化マグネシウム及び酸化カルシウムの内、少なくとも1つの化合物を含有することによって結晶相が完全安定化若しくは部分安定化された酸化ジルコニウムを主成分とする材料で構成されたことが望ましい。

【0011】そしてさらに、前記圧電／電歪膜が、マグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とから成る成分を主成分とする材料若しくはニッケルニオブ酸鉛及びマグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とから成る成分を主成分とする材料で構成されたことが望ましい。

#### 【0012】

【作用】圧電／電歪膜をセラミック基板上へ張り出す大きさに形成すればよく、その結果、下部電極膜の精密な位置合わせが不要となる他、上部電極膜と下部電極膜との短絡防止も容易になる。

【0013】また、圧電／電歪膜の張り出し部をセラミック基板と不完全結合状態にすることにより、圧電／電歪膜が発生する屈曲変位乃至発生力が結合部で制限されることがなくなり、素子が本来有する屈曲変位乃至発生力を効率良く発揮することができ、前記短絡防止手段を活かすことができる。

【0014】なお、圧電／電歪作動部は薄肉のセラミック基板上に膜状に形成されているため、相対的に低作動電圧でも大きな変位を得ることができる。しかも、速い応答速度、大きな発生力あるいは発生電位を得ることができる。さらに、膜形成プロセスを用いるため、同一基板面上に複数個の圧電／電歪作動部を有する素子を接着剤を用いずに同時に、かつ容易に形成することができ、

またその高集積化も可能である。

#### 【0015】

【実施例】以下、この発明の圧電／電歪膜型素子について図面を参照しながら、詳細に説明する。なお、理解を容易にするため、各図面を通して、同様の構造や機能を有するものには、同一の符号を付すものとする。

【0016】図1は、本発明にかかる圧電／電歪膜型素子（アクチュエータ）の部分説明図である。圧電／電歪作動部(2)は、下部電極膜(4)及びその下部電極膜を覆い被すように形成された膜状の圧電／電歪膜(5)及び上部電極膜(6)を通常の膜形成手法によって順次積層形成することによって形成され、セラミック基板(3)と一体化されている。(11)は圧電／電歪膜を下部電極膜を覆い被すように形成した結果形成された張り出し部である。その張り出し部(11)の端部の長さ（図1(b)中に(L)で示す）は、 $10\mu\text{m}$ 以上、好ましくは $20\mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは $50\mu\text{m}$ 以上である。このように、圧電／電歪膜の端部を下部電極膜を覆い被して張り出し部が形成されるように形成すれば、下部電極膜との精密な位置合わせも不要となり、下部電極膜と上部電極膜との短絡を容易に防止することができる。

【0017】(8)は、本発明による不完全結合部で、圧電／電歪膜の張り出し部(11)とセラミック基板(3)との間に形成されている。不完全結合部(8)は、張り出し部(11)の端部とセラミック基板(3)との境界に非連続面部を形成しやすく、この部分を介した上部電極が、製造中や使用中の熱や衝撃、振動等によって断線するという問題が生ずる。樹脂層(7)は、このような断線を防止し、上部電極(6)をスムーズにセラミック基板上に導く目的で形成されている。この時、樹脂層(7)は、圧電／電歪作動部(2)の動作を妨げない位置に形成されることになるが、あわせてその材料として、屈曲変位乃至発生力に悪影響を及ぼさないためにセラミック材料と比較して柔らかく、高弾性の材料で構成することが好ましい。一般には、ゴム系、ポリイミド系、ビニル系、アクリル系、ポリアミド系、フェノール系、レゾルシノール系、ユリア系、メラミン系、ポリエスチル系、シリコーン系、フラン系、ポリウレタン系、エポキシ系、ポリオレフィン系等が採用される。また、この樹脂層(7)は、後述するような不完全結合状態を維持する範囲内であれば、張り出し部(11)とセラミック基板(3)との間にあって形成されてもかまわない。

【0018】次に不完全結合部について説明する。まず、本願でいう不完全結合状態とは、張り出し部(11)とセラミック基板(3)との間の結合が不完全であり、圧電／電歪作動部(2)が必要とされる性能を十分発揮できる程度の結合状態をいう。より具体的には、張り出し部とセラミック基板間のピール（引き剥し）強度で $0.5\text{ Kg}/4\text{ mm}^2$ 以下、好ましくは $0.1\text{ Kg}/4\text{ mm}^2$ 以下、さらに好ましくは $0.05\text{ Kg}/4\text{ mm}^2$ （ $4\text{ mm}^2$ は $2\text{ mm}$ 角を意味する）以下であ

る。従って、張り出し部とセラミック基板とが接する部分が総て不完全な結合状態である必要はなく、部分的に結合していても、トータルで前記範囲の強度以下となれば問題はないのである。

【0019】また、これら不完全結合部は、後述するような基板材料と圧電/電歪材料を使用し、根本的にそれら相互の低反応性のみを利用して形成するほか、圧電/電歪膜(5)を形成する前に、その圧電/電歪材料が下部電極に張り出してセラミック基板と接する部分に、直接接しないようダミー層を形成し、それを介して圧電/電歪膜(5)を形成してもかまわない。このダミー層は、後述する圧電/電歪膜熱処理によって燃焼・消滅する材料、例えば樹脂材料等で形成され、消滅後、不完全結合部が形成されるのである。なお、圧電/電歪膜熱処理後、ダミー材料が十分な絶縁体として機能し、張り出し部(11)とセラミック基板(3)の結合状態が前記範囲内であれば、完全に燃焼・消滅しない材料を使用することも可能である。

【0020】このように形成された素子の上部電極膜(6)及び下部電極膜(4)に電圧が印加され、圧電/電歪膜(5)に電界が作用すると、電界誘起歪の横効果により、セラミック基板(3)の板面に垂直な方向の屈曲変位乃至発生力が圧電/電歪膜(5)に発現されるが、圧電/電歪膜(5)の張り出し部(11)はセラミック基板(3)と不完全結合状態にあるため、圧電/電歪膜(5)に発生する屈曲変位乃至発生力は、実質上制限を受けることなく効率良く発現される。

【0021】図2は、図1に示した素子をバイモルフ型素子に応用した例を示す説明図である。セラミック基板(3)の両面に形成された圧電/電歪作動部(2)、(2)を形成する各圧電/電歪膜(5)の張り出し部(11)は、図1に示した素子と同様にセラミック基板(3)と不完全結合状態にあるため、効率の良いバイモルフ型素子を得ることができる。

【0022】図3は、この発明の素子をセラミックで形成されたキャビティ形状の基板に用いた実施例を示す。圧電/電歪作動部(2)は、薄肉厚部(9a)と一体形成され、欠如部(9b)側に変位するようになっている。この素子はインクジェットプリントヘッドに好適に用いられ、キャビティ(9c)に充填されたインクを素子の変位によって押し出すようになっている。この場合でも、圧電/電歪膜(5)の張り出し部は薄肉厚部(9a)と不完全結合状態にあるため、圧電/電歪膜(5)に発生する屈曲変位乃至発生力は、効率良く薄肉厚部(9a)へ伝えられる。従って、インクジェットプリントヘッドに適用される素子に要求される、大きな変位と高速応答化を達成することができる。

【0023】図4は、圧電/電歪作動部(2)が薄肉厚部(9a)とともに欠如部(9b)の方向、即ちセラミック基板(9)側へ湾曲し、凸状となったこの発明の素子の変更実

施例を示す。この素子を用いれば、欠如部側から受ける力に対する強度が向上し、発生力が大きく応答速度が速い素子を実現できる。特に、キャビティ内のインクの反作用を受けるインクジェットプリントヘッドに用いる素子として好適である。なお、キャビティ内に空気が収容されている場合でも、上記同様の効果を得ることができる。

【0024】また、キャビティ基板の構造として、図5で示すように、薄肉厚部(13a)及び厚肉部(13b)及び底部(13c)によって形成された空洞(13d)を有するものでも良い。このように有底構造に形成することにより、セラミック基板(13)の剛性が向上し、隣接する素子との干渉を有効に低減することができる。また、有底構造であるが故に図4に示す素子よりも底部の面積が広くなるため、他の部品と組み合わせて使用する際には、接着等の信頼性が向上する。空洞(13d)は、例えば、インク流路または圧力室となる。また、半円形の切欠部(13e)は、インクの流入出孔となり、ノズルもしくはインクタンクへ連通するように使用することができる。

【0025】図6は、図1～図5に示した樹脂層(7)の配置を変更した素子を示す。このように、樹脂層(7)は、上部電極膜(6)の形成面によって適宜変更することができる。

【0026】図7は、図6に示す樹脂層(7)に代えて、上部電極膜(6)と導通する補助電極(10)を用いた素子を示す。このように、補助電極(10)を用いることにより、樹脂層を用いた場合と同様に上部電極膜(6)の断線を防止することができる。

【0027】また、図8に示すように上部電極膜(6)を圧電/電歪膜(5)を部分的に覆うようにパターン形成し、補助電極(10)と接続するようにしてもよい。

【0028】図9は、図7に示す補助電極を用いた素子(1)をセラミック基板(3)上に複数個配列した状態を、図10は、それらの素子を2次元的な千鳥形状に配列した状態をそれぞれ示す。なお、これらに用いられるセラミック基板としては、平板状のもののか、図3、図4または図5に示すキャビティ形状のものが好適に用いられる。また、各素子の形状は図4に示す凸状のものが好適に用いられる。

【0029】次に、圧電/電歪膜のはみ出し部とセラミック基板とをより好ましい不完全結合状態とするためには、セラミック基板が、酸化イットリウム及び酸化セリウム及び酸化マグネシウム及び酸化カルシウムの内、少なくとも1つの化合物を含有することによって結晶相が完全安定化若しくは部分安定化された酸化ジルコニウムを主成分とする材料で構成されていることが望ましい。

【0030】そして、酸化ジルコニウムを安定化若しくは部分安定化させるための添加物の量は、酸化イットリウムに対して1モル%～30モル%、酸化セリウムでは6モル%～50モル%、酸化マグネシウムや酸化カルシウム

に対しては、5モル%～40モル%とすることが好ましいが、その中でも特に酸化イットリウムに対して2モル%～7モル%とすることが、さらに好ましくは2モル%～4モル%とすることが望ましい。なぜならば、それらの範囲で酸化イットリウムが添加された酸化ジルコニウムは、その結晶相が部分安定化され、特に優れた基板特性を示すからである。

【0031】次に、セラミック基板の形態としては、先に、図1または図2に示した単板状の物でも、また図3、図4または図5に示されるような、キャビティ構造を有しているものでも良いが、後者のキャビティ基板の方が、当該部位の基板厚さを薄くすることができるため、素子基板の強度を低下させることなく、また並設形態において隣接する圧電/電歪作動部同士が変位あるいは振動時に薄肉厚部と薄肉厚部の間にある厚肉部によって互いに干渉することが少ないために、好ましく用いられる。

【0032】なお、これらのようなキャビティ構造を有している基板(9)、(13)のキャビティの寸法に関し、そのようなキャビティの長さは、その幅の2倍から20倍であることが好ましく、一方キャビティ基板(9)、(13)の薄肉厚部(9a)、(13a)に形成される圧電/電歪作動部は、素子の変位・発生力の点から、該キャビティの幅に対して50%～95%とすることが好ましい。

【0033】さらに、薄肉のセラミック基板の厚さに関しては、素子の高速応答性と大きな変位を得るために、一般に50μm以下、好ましくは30μm以下、更に好ましくは10μm以下とされる。

【0034】さらにまた、かかるセラミック基板は、最終的には、焼結せしめられた形態とされるが、圧電/電歪作動部の形成に先立って、予め1000°C～1800°C程度で焼結した基板としておくことが出来、また基板材料のグリーンシートを用い、後述の膜形成手法による圧電/電歪作動部の形成を行なった後に焼結させても良いが、その中では、予め焼結した基板の方が、素子の反りを小さくすることができ、また、パターン寸法精度が得られることから、有利に用いられることになる。なお、キャビティ基板は、金型や超音波加工等の機械加工法を用いて空孔部を設けたグリーンシートに、薄肉厚部となる薄いグリーンシートを積層・熱圧着した後、焼成・一体化することによって作製することが高い信頼性の点から好ましい。また、基板材料中に粘土等の焼結助剤を添加してもよいが、その基板中には、また、図3及び図4及び図5に示されたキャビティ基板の場合には、少なくとも、薄肉厚部を構成する基板中には、酸化珪素、酸化ホウ素、酸化リン、酸化ゲルマニウム等のガラス化しやすい材料が、1重量%以上含有されないように、助剤の組成や添加量を調整することが望ましい。なぜならば、前記ガラス化しやすい材料が基板に含有されていると圧電/電歪材料との熱処理時に反応が生じ易く、組成

の制御が困難となるためである。

【0035】ところで、そのようなセラミック基板は、その上に形成される圧電/電歪作動部の作動特性、換言すればそこにおいて発生する歪み、応力を有効に受け、またその逆の作用を有効に行なうために、Raにて表わされる表面粗さが0.03～0.9μmの範囲内となるように調整される。このような表面粗さ：Raの調整は、また、薄い基板の強度を確保する上においても有効である。

【0036】そして、そのようなセラミック基板上に所定の下部電極膜(4)、上部電極膜(6)及び圧電/電歪膜(5)を設けて圧電/電歪作動部(2)を形成するには、公知の各種の膜形成手法が適宜に採用され、例えばスクリーン印刷、スプレー、ディッピング、塗布等の厚膜形成手法、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング、CVD、メッキ等の薄膜形成手法が適宜に選択される。特に、圧電/電歪膜(5)を形成するには、スクリーン印刷、スプレー、ディッピング、塗布等による厚膜形成手法が好適に採用されることとなる。なぜならば、それらの厚膜形成手法によれば、平均粒子径0.01μm以上5μm以下の、好ましくは0.05μm以上3μm以下の圧電/電歪材料のセラミック粒子を主成分とするペーストやスラリーを用いてセラミック基板上に膜形成することができ、良好な素子特性が得られるからである。また、そのような膜の形状としては、スクリーン印刷法やフォトリソグラフィ法等を用いてパターン形成する他、レーザー加工法や、スライシング、超音波加工等の機械加工法を用い、不必要的部分を除去して、パターン形成しても良い。

【0037】なお、ここで作製される素子の構造や膜状の圧電/電歪作動部の形状は、何等限定されるものではなく、用途に応じて、如何なる形状でも採用可能であり、例えば三角形、四角形等の多角形、円、楕円、円環等の円形、樹状、格子状又はこれらを組み合わせた特殊形状であっても、何等差し支えない。

【0038】また、このようにしてセラミック基板上に上記方法で膜形成されたそれぞれの膜(4)、(5)、(6)は、それぞれの膜の形成の都度、熱処理されて、基板と一体構造となるようにしても良く、また全部の膜を形成した後、同時に熱処理して、各膜が同時に基板に一体的に結合されるようにしても良い。もちろん、これらの形成方法を用いる場合でも、圧電/電歪膜のはみだし部とセラミック基板とは、前記各実施例で用いた方法により、不完全結合状態とされる。なお、このような膜形成手法により電極膜を形成する場合には、一体化するために必ずしも熱処理を必要としないことがある。たとえば、上部電極膜(6)を形成する前に、下部電極膜(4)との絶縁性を確実にするため素子周りに絶縁樹脂等で絶縁コートを行う場合や、図1等に記載してあるような、上部電極膜の断線を防止するための樹脂層を形成する場合がある

が、その場合には、上部電極膜(6)の形成には熱処理を必要としない蒸着、スパッタリングや鍍等の方法が採用される。

【0039】さらに、このように形成された膜と基板とを一体化し、図4に示した基板側へ凸状に湾曲した形状とするための熱処理温度としては、一般に900°C ~ 1400°C 程度の温度が採用され、好ましくは1000°C ~ 1400°C の範囲の温度が有利に選択される。また、圧電/電歪膜(5)を熱処理する場合には、高温時に圧電/電歪層の組成が不安定とならないように、圧電/電歪材料の蒸発源と共に雰囲気制御を行ないながら、熱処理することが好ましい。また、圧電/電歪膜(5)上に適当な覆蓋部材を載置して、その表面が焼成雰囲気に直接に露呈されないようにして、焼成する手法を採用することも推奨される。その場合、覆蓋部材としては、基板と同様な材料系のものが用いられることとなる。

【0040】なお、上記の方法にて作製される圧電/電歪作動部を構成する下部電極膜(4)、上部電極膜(6)及び補助電極(10)等の材料としては、前記熱処理温度並びに焼成温度程度の高温酸化雰囲気に耐えられる導体であれば、特に規制されるものではなく、例えば金属単体であっても、合金であっても良く、また絶縁性セラミックスと、金属や合金との混合物であっても、更には導電性セラミックスであっても、何等差し支えない。尤も、より好ましくは、白金、パラジウム、ロジウム等の高融点貴金属類、或いは銀-パラジウム、銀-白金、白金-パラジウム等の合金を主成分とする電極材料が好適に用いられ、その中でも更に好ましくは、白金とセラミック基板材料とのサーメット材料が好ましく、さらに好ましくは白金と基板材料と圧電材料とのサーメット材料が好ましい。また、電極に添加する材料として、酸化珪素等のガラスは、圧電/電歪膜との熱処理中に反応が生じ易く、アクチュエータ特性を低下させる原因となり易いため、その使用を避けることが望ましい。なお、電極中に添加せしめる基板材料としては、5~30体積%程度、一方圧電材料としては5~20体積%程度であることが好ましい。

【0041】そして、このような導体材料を用いて形成される電極は、一般に20μm以下、好ましくは5μm以下の厚さにおいて形成されることとなる。

【0042】また、圧電/電歪作動部を構成する圧電/電歪材料としては、圧電或いは電歪効果等の電界誘起歪を示す材料であれば、何れの材料であっても採用され得るものであり、結晶質の材料であっても、非晶質の材料であっても良く、また半導体材料であっても、誘電セラミックス材料や強誘電セラミックス材料であっても、何等差し支えなく、更には分極処理が必要な材料であっても、またそれが不必要的材料であっても良いのである。

【0043】尤も、本発明に用いられる圧電/電歪材料

としては、好ましくは、ジルコン酸チタン酸鉛(PZT系)を主成分とする材料、マグネシウムニオブ酸鉛(PMN系)を主成分とする材料、ニッケルニオブ酸鉛(PNN系)を主成分とする材料、マンガンニオブ酸鉛を主成分とする材料、アンチモンズ酸鉛を主成分とする材料、亜鉛ニオブ酸鉛を主成分とする材料、チタン酸鉛を主成分とする材料、更にはこれらの複合材料等が用いられる。なお、前述した材料に、ランタン、バリウム、ニオブ、亜鉛、セリウム、カドミウム、クロム、コバルト、アンチモン、鉄、イットリウム、タンタル、タングステン、ニッケル、マンガン、リチウム、ストロンチウム、カルシウム、ビスマス等の酸化物やそれらの他の化合物を添加物として含有せしめた材料、例えばPZT系を主成分とする材料にランタンを加え、PLZT系となるように、前記材料に上述の添加物を適宜に加えても、何等差し支えない。なお、酸化珪素等のガラス材料の添加は避けるべきである。なぜならば、PZT系等の鉛系圧電/電歪材料はガラスと反応し易いために、所望の圧電/電歪膜組成への制御が困難となり、アクチュエータ特性のバラツキ並びに低下を惹起するからである。

【0044】これらの圧電/電歪材料の中でも、マグネシウムニオブ酸鉛とジルコン酸鉛とチタン酸鉛とからなる成分を主成分とする材料、もしくはニッケルニオブ酸鉛とマグネシウムニオブ酸鉛とジルコン酸鉛とチタン酸鉛とからなる成分を主成分とする材料が好ましく、更にその中でも特に、マグネシウムニオブ酸鉛とジルコン酸鉛とチタン酸鉛とからなる成分を主成分とする材料が、その熱処理中における基板材料との反応が特に少ないことから、張り出し部とセラミック基板との結合状態を圧電/電歪作動部が必要とされる性能に影響を与えない程度に低くおさえることができる他、成分の偏析が起き難く、組成を保つための処理が好適に行なわれ得、目的とする組成及び結晶構造が得られ易い等、高い圧電定数を有することと併せて有利に用いられ、スクリーン印刷、スプレー、ディッピング、塗布等の厚膜形成手法で圧電/電歪膜を形成する場合の材料として推奨される。なお、多成分系圧電/電歪材料の場合、成分の組成によつて圧電特性が変化するが、本発明で好適に採用されるマグネシウムニオブ酸鉛-ジルコン酸鉛-チタン酸鉛の3成分系材料では、擬立方晶-正方晶-菱面体晶の相境界付近の組成が好ましく、特にマグネシウムニオブ酸鉛:15モル%~50モル%、ジルコン酸鉛:10モル%~45モル%、チタン酸鉛:30モル%~45モル%の組成が、高い圧電定数と電気機械結合係数を有することから、有利に採用される。

【0045】なお、上記の如くして形成される電極膜と圧電/電歪膜から構成される圧電/電歪作動部の厚さとしては、一般に100μm以下とされ、また圧電/電歪膜の厚さとしては、低作動電圧で大きな変位等を得るために、好ましくは50μm以下、更に好ましくは3μm以上

11

40  $\mu\text{m}$  以下とされることが望ましい。

【0046】また、電界誘起歪みの横効果を利用するユニモルフまたはバイモルフのタイプの素子において、前記圧電/電歪材料の中の分極処理が必要なものを用いるものは、一般に、上下電極間に電圧を印加して分極処理を行なうが、本願の様な膜型の素子の場合には、上部電極膜をプラスとして分極することが好ましい。なぜならば、本願に従うように形成された圧電/電歪膜は、その焼結時(熱処理時)に基板からの応力等によつて

12

\*て、分極処理(電圧印加処理)を行う前に、その分極方向へ沿う方向の分域または配向が形成されやすく、効果的に分極ができるからである。

【0047】表1に、下部電極膜を覆ってセラミック基板上へ張り出した、圧電/電歪膜の張り出し部が、熱処理によってセラミック基板と結合されている素子と、張り出し部とセラミック基板とが不完全結合状態にある本願による素子の変位量を示す。

【表1】

表 1

作成方法	基板材料	付着強度 (Kg/4mm <sup>2</sup> )	素子の変位 ( $\mu\text{m}$ )
比較例 1	96%アルミナ	> 2 注3)	0. 5
比較例 2	ジルコニア 注1)	1	1. 5
本願による素子	ジルコニア 注2)	< 0. 01 注4)	2. 0

(DC 30V印加時)

注1) 酸化イットリウム 3 mol % 添加部分安定化ジルコニア・酸化珪素 5 重量% 添加

注2) 酸化イットリウム 3 mol % 添加部分安定化ジルコニア

注3) 付着強度測定時、基板と圧電/電歪膜との間で破壊が生ずる前に、リード線を立てている接着剤が 2 Kg で剥離した。

注4) リード線を圧電/電歪膜上に接着する過程で、測定用圧電/電歪膜パッドが剥離し、強度測定に至らなかった。また、中には、圧電/電歪膜熱処理後、自然に剥離するものもあった。

なお、素子構造は図3に示されたものと同様の構造とし、圧電/電歪材料にはマグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛から成る材料を使用し、基板材料には、酸化イットリウムで部分安定化した酸化ジルコニアと比較例として96%アルミナを使用した。また、振動板の厚さは10  $\mu\text{m}$  である。基板の薄肉厚部の大きさは、0.8mm × 3mm で、この上に 5  $\mu\text{m}$  の白金下部電極、前記した材料から成る30  $\mu\text{m}$  の圧電/電歪膜、0.1  $\mu\text{m}$  のCu/Cr 上部電極が層状に形成してある。もちろん、下部電極膜を覆うように圧電/電歪膜が形成されている。

【0048】結合強度は、張り出し部(11)とセラミック基板(3)との結合状態を示すもので、素子化した材料と同じ材料のセラミック基板と圧電/電歪材料を使用して、結合強度測定用サンプルを作成して評価した。結合強度測定用サンプルは、セラミック基板上に直接、圧電/電歪膜を 1mm<sup>2</sup> (2mm 角) の面積で 30  $\mu\text{m}$  の厚さとなるように形成した。その後、軟鋼材の 0.8mm のピール強

度測定用 U型リード線を圧電/電歪膜表面に接着し、このリード線を引張試験機で 20mm/min の速度で引っ張り、圧電/電歪膜とセラミック基板との結合部が破壊する値を評価した。この結果から明らかのように、比較例1、2 と比較して本願による構造の素子は、圧電/電歪膜の張り出し部が基板と不完全結合状態にあるという効果で、大きな変位を示していることが解る。

40 【0049】なお、この発明は上記各実施例に限定されるものではなく、この発明の範囲を逸脱しない限り、変更、修正、改良を加えることができる。

【0050】

【発明の効果】この発明の圧電/電歪膜型素子を用いれば、上部電極膜と下部電極膜との短絡を容易に防止することができるため、生産効率が向上する。また、圧電/電歪膜の張り出し部とセラミック基板とを不完全結合状態にすることにより、素子が本来有する性能を十分発揮することができる。特に、素子の大きな変位と高速応答性が必要不可欠とされる分野の要求に十分応えることが

13

できる。さらに、これらの性能を損なうことなく、高集積化も可能である。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)はユニモルフ型に用いた本発明の圧電/電歪膜型素子の部分説明図、(b)は(a)のZ-Z'線断面説明図である。

【図2】パイモルフ型に用いた本発明の圧電/電歪膜型素子の部分説明図である。

【図3】キャビティ基板を用いた本発明の圧電/電歪膜型素子の部分説明図である。

【図4】圧電/電歪作動部及び基板の薄肉厚部を欠如部側へ凸状に形成した本発明の圧電/電歪膜型素子の部分説明図である。

【図5】有底構造のキャビティ基板を用いた本発明の圧電/電歪膜型素子の部分説明図である。

【図6】樹脂層の配置を変更した本発明の圧電/電歪膜型素子の部分説明図である。

## 【図7】樹脂層に代えて補助電極を用いた本発明の圧電

/電歪膜型素子の部分説明図である。

【図8】上部電極膜を部分的に用いた本発明の圧電/電歪膜型素子の部分説明図である。

【図9】本発明の圧電/電歪膜型素子を一枚の基板上に複数設けた状態を示す説明図である。

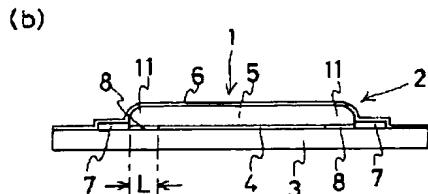
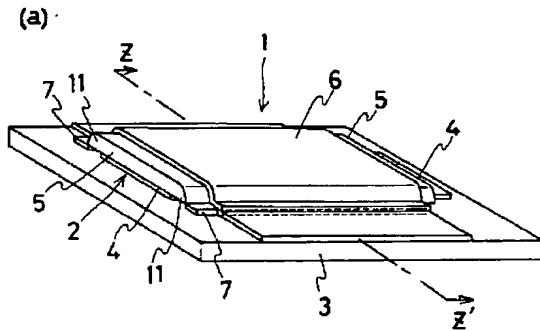
【図10】本発明の圧電/電歪膜型素子の複数を一枚の基板上に千鳥形状に設けた状態を示す説明図である。

【図11】圧電/電歪膜の張り出し部とセラミック基板が結合した状態を示す説明図である。

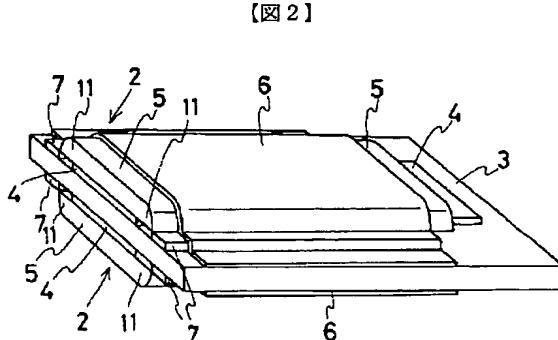
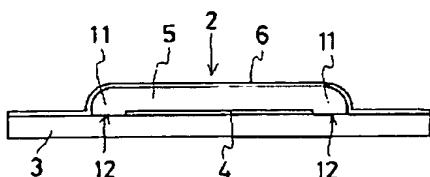
## 【符号の説明】

1…素子、2…圧電/電歪作動部、3…セラミック基板、4…下部電極膜、5…圧電/電歪膜、6…上部電極膜、7…樹脂層、8…不完全結合部、9a, 13a…薄肉厚部、9b…欠如部、9c…キャビティ、10…補助電極、11…張り出し部、12…結合部、13b…厚肉部、13c…底部、13d…空洞、13e…切欠部。

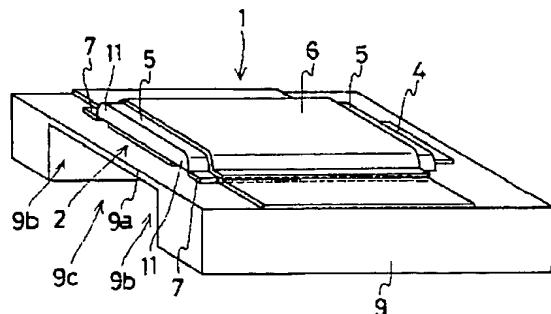
【図1】



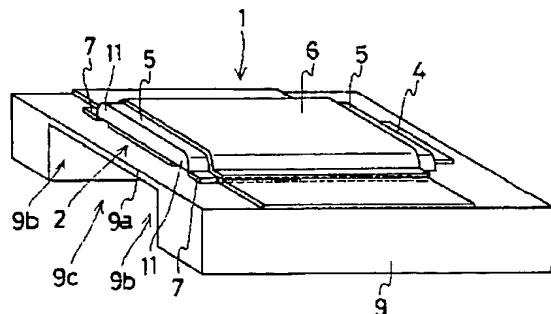
【図1】



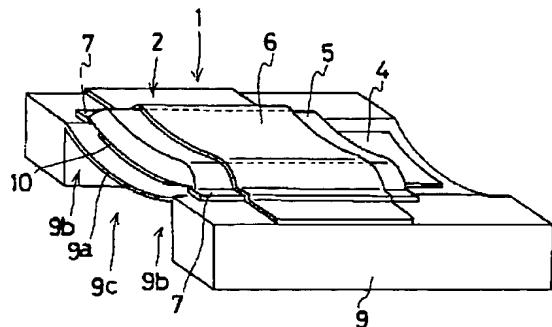
【図2】



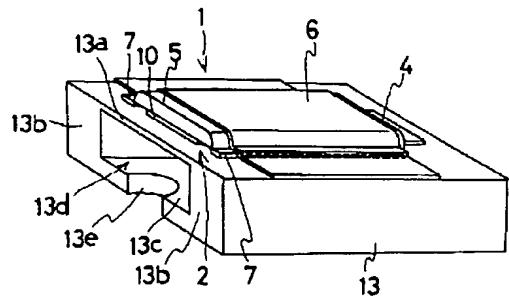
【図3】



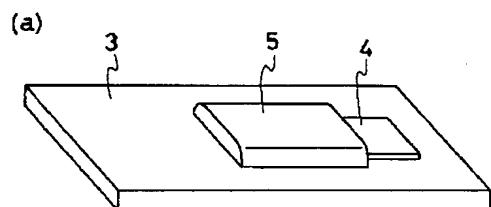
【图4】



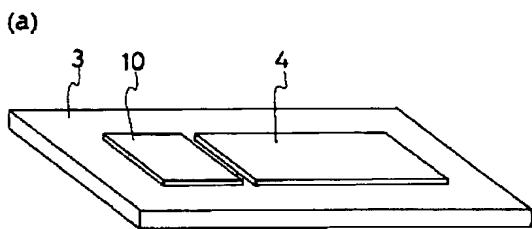
[図5]



【図6】

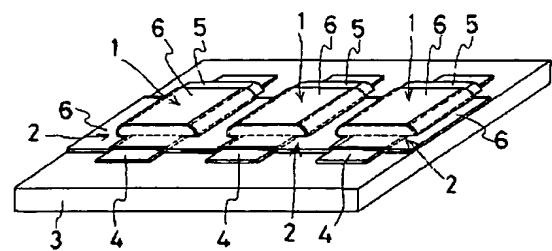


【図7】

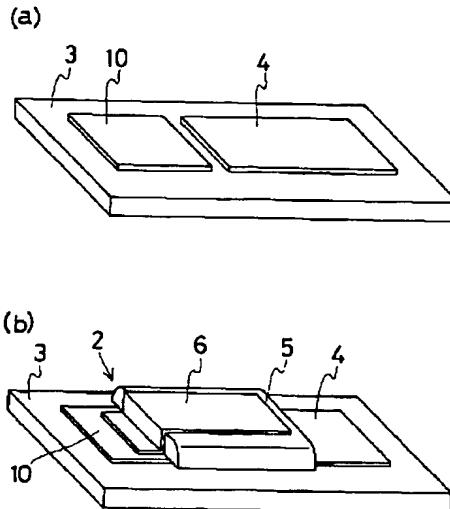


【図10】

[図9]



【図8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成6年6月6日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】薄肉のセラミック基板と、その基板上に形成され、下部電極膜及び圧電／電歪膜及び上部電極膜を順次積層形成してなる圧電／電歪作動部とを備えた圧電／電歪膜型素子において、

前記下部電極膜上の圧電／電歪膜を、下部電極膜を覆い、且つ端部が前記セラミック基板上へ張り出す大きさとし、この張り出し部を前記セラミック基板と不完全結合状態としたことを特徴とする圧電／電歪膜型素子。

【請求項2】前記セラミック基板が、酸化イットリウム及び酸化セリウム及び酸化マグネシウム及び酸化カルシウムの内、少なくとも1つの化合物を含有することによって結晶相が完全安定化もしくは部分安定化された酸化ジルコニウムを主成分とする材料で構成された請求項1に記載の圧電／電歪膜型素子。

【請求項3】前記圧電／電歪膜が、マグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とから成る成分を主成分とする材料若しくはニッケルニオブ酸鉛及びマグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とから成る成分を主成分とする材料で構成された請求項1又は請求項2のいずれかに記載の圧電／電歪膜型素

子。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0003】そのような分野の中で、インクジェットプリンタヘッド等においては、圧電／電歪素子の構造として、従来から知られているユニモルフ型やバイモルフ型等の屈曲変位タイプが、好適に採用されているが、プリンタの印字品質・印字速度等の向上の要求に応えるため、圧電／電歪素子の小型高密度化、低電圧作動化、高速応答化を図るための開発が進められている。それらのユニモルフ型やバイモルフ型等の圧電／電歪素子は、薄肉のセラミック基板上に、下部電極膜及び圧電／電歪膜及び上部電極膜を順次積層して形成されるが、素子を形成する際、圧電／電歪膜が下部電極膜より短いと、上部電極膜と下部電極膜とが短絡する虞れがあるため、圧電／電歪膜はその端部が下部電極膜の端部と一致するよう形成され、その上に上部電極膜が形成されている。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、圧電／電歪膜

の端部と下部電極膜の端部とを一致させるためには、非常に精密な位置合わせを必要とするため、生産性に問題があるほか、上下電極間の絶縁信頼性にも問題があつた。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0005】一方、下部電極膜上の圧電／電歪膜を、下部電極膜を覆い、且つ端部がセラミック基板上へ張り出す大きさとすることにより、精密な位置合わせが不要となり、容易に短絡防止を図ることができるが、以下に述べるように、圧電／電歪膜を熱処理した時に圧電／電歪膜の張り出し部とセラミック基板とが結合し、圧電／電歪膜が発生する屈曲変位乃至発生力が結合部で制限される場合がある。尚、結合された状態でも素子として十分機能するが、素子が本来有する特性を十二分に引き出すためには結合による影響を可能な限り除去した方が望ましい。

## 【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0006】図11は前記短絡防止手段を講じたユニモルフ型素子の一例である。図示のように圧電／電歪膜(5)を下部電極膜(4)を覆うように形成し、短絡を防止した結果、圧電／電歪膜(5)が下部電極膜(4)からセラミック基板(3)上へ張り出した、張り出し部(11), (11)が形成され、各張り出し部の端部は圧電／電歪膜を熱処理した時にセラミック基板(3)と反応や焼結等を起こし、結合される((12), (12)が結合部)。

## 【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0007】ここで、圧電／電歪膜の内、歪みを発生する部分は、電界の作用を受ける部分、すなわち両電極膜に挟まれた部分のみであるから、張り出し部(11), (11)には歪みは発生しない。従って、その両電極に挟まれた部分が屈曲変位乃至発生力を発現しようとしても、張り出し部がセラミック基板と結合されているため、屈曲変位乃至発生力が少し制限されてしまう形となり、素子本来の性能を十二分に発揮することができない。特に、素子に大きな変位及び高速応答性が要求されるインクジェットプリントヘッド等に利用する場合は、かかる結合による影響が少ない方が望ましい。なお、このようなことはバイモルフ型素子でも同様である。

## 【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0008】従って、この発明の目的は、圧電／電歪膜の端部と下部電極膜の端部との精密な位置合わせを必要とせず、上下電極間の短絡防止を容易にし、生産性を向上させることと、前記短絡防止手段による効果を充分活かすために、圧電／電歪膜の張り出し部とセラミック基板との結合による影響を除去することにある。

## 【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記課題を解決するために開発されたもので、その要旨は、下部電極膜上の圧電／電歪膜を、下部電極膜を覆い、且つ端部が前記セラミック基板上へ張り出す大きさとし、この張り出し部を前記セラミック基板と不完全結合状態としたことにある。

## 【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0010】ここで、不完全結合状態とは、張り出し部の一部がセラミック基板と結合した状態、または、結合した部分が全くない未結合の状態のことを意味する。

## 【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0011】また、前記セラミック基板が、酸化イットリウム及び酸化セリウム及び酸化マグネシウム及び酸化カルシウムの内、少なくとも1つの化合物を含有することによって結晶相が完全安定化若しくは部分安定化された酸化ジルコニウムを主成分とする材料で構成されたことが望ましい。

## 【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0012】さらに、前記圧電／電歪膜が、マグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とから成る成分を主成分とする材料若しくはニッケルニオブ酸鉛

及びマグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とから成る成分を主成分とする材料で構成されたことが望ましい。

## 【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】

【作用】圧電／電歪膜をセラミック基板上へ張り出す大きさに形成すればよく、その結果、下部電極膜の精密な位置合わせが不要となる他、上部電極膜と下部電極膜との短絡防止も容易になる。また、圧電／電歪膜の張り出し部をセラミック基板と不完全結合状態にすることにより、圧電／電歪膜が発生する屈曲変位乃至発生力が結合部で制限されることがなくなり、素子が本来有する屈曲変位乃至発生力を効率良く発揮することができ、前記短絡防止手段を活かすことができる。

## 【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正内容】

【0040】なお、上記の方法にて作製される圧電／電歪作動部を構成する下部電極膜(4)、上部電極膜(6)及び補助電極(10)等の材料としては、前記熱処理温度並びに焼成温度程度の高温酸化雰囲気に耐えられる導体であれば、特に規制されるものではなく、例えば金属単体であっても、合金であっても良く、また絶縁性セラミックス( $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 等)と、金属や合金との混合物であっても、更には導電性セラミックスであっても、何等差し支えない。尤も、より好ましくは、白金、パラジウム、ロジウム等の高融点貴金属類、或いは銀-パラジウム、銀-白金、白金-パラジウム等の合金を主成分とする電極材料が好適に用いられ、その中でも更に好ましくは、白金とセラミック基板材料とのサーメット材料が好ましく、さらに好ましくは白金と基板材料と圧電材料とのサーメット材料が好ましい。また、電極に添加する材料として、酸化珪素等のガラスは、圧電／電歪膜との熱処理中に反応が生じ易く、アクチュエータ特性を低下させる原因となり易いため、その使用を避けることが望ましい。なお、電極中に添加せしめる基板

材料としては、5~30体積%程度、一方圧電材料としては5~20体積%程度であることが好ましい。

## 【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】尤も、本発明に用いられる圧電／電歪材料としては、好ましくは、ジルコン酸チタン酸鉛(PZT系)を主成分とする材料、マグネシウムニオブ酸鉛(PMN系)を主成分とする材料、ニッケルニオブ酸鉛(PNN系)を主成分とする材料、マンガンニオブ酸鉛を主成分とする材料、アンチモンズ酸鉛を主成分とする材料、亜鉛ニオブ酸鉛を主成分とする材料、チタン酸鉛を主成分とする材料、ジルコン酸鉛を主成分とする材料、更にはこれらの複合材料等が用いられる。なお、前述した材料に、ランタン、バリウム、ニオブ、亜鉛、セリウム、カドミウム、クロム、コバルト、アンチモン、鉄、イットリウム、タンタル、タンクス滕、ニッケル、マンガン、リチウム、ストロンチウム、カルシウム、ビスマス等の酸化物やそれらの他の化合物を添加物として含有せしめた材料、例えばPZT系を主成分とする材料にランタンを加え、PLZT系となるように、前記材料に上述の添加物を適宜に加えても、何等差し支えない。なお、酸化珪素等のガラス材料の添加は避けるべきである。なぜならば、PZT系等の鉛系圧電／電歪材料はガラスと反応し易いために、所望の圧電／電歪膜組成への制御が困難となり、アクチュエータ特性のバラツキ並びに低下を惹起するからである。

## 【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正内容】

【0047】表1に、下部電極膜を覆ってセラミック基板上へ張り出した、圧電／電歪膜の張り出し部が、熱処理によってセラミック基板と結合されている素子と、張り出し部とセラミック基板とが不完全結合状態にある本願による素子の変位量を示す。

## 【表1】

表 1

作成方法	基板材料	付着強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	素子の変位 (μm)
比較例 1	96%アルミナ	> 2 (注3)	0.5
比較例 2	ジルコニア (注1)	1	1.5
本願による素子	ジルコニア (注2)	< 0.01 (注4)	2.0

(DC 30V印加時)

注1) 酸化イットリウム3mol%添加部分安定化ジルコニア・酸化珪素5重量%添加

注2) 酸化イットリウム3mol%添加部分安定化ジルコニア

注3) 付着強度測定時、基板と圧電/電歪膜との間で破壊が生ずる前に、リード線を立てている接着剤が2kgで剥離した。

注4) リード線を圧電/電歪膜上に接着する過程で、測定用圧電/電歪膜パッドが剥離し、強度測定に至らなかった。また、中には、圧電/電歪膜熱処理後、自然に剥離するものもあった。

なお、素子構造は図3に示されたものと同様の構造とし、圧電/電歪材料にはマグネシウムニオブ酸鉛及びジルコン酸鉛及びチタン酸鉛から成る材料を使用し、基板材料には、酸化イットリウムで部分安定化した酸化ジルコニアと比較例として96%アルミナを使用した。また、振動板の厚さは10μmである。基板の薄肉厚部の大

きさは、0.8mm×3mmで、この上に5μmの白金下部電極、前記した材料から成る30μmの圧電/電歪膜、Cr膜とCu膜の2層からなる0.1μmの上部電極が層状に形成してある。もちろん、下部電極膜を覆うように圧電/電歪膜が形成されている。

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## Claim(s)]

Claim 1] The piezo-electricity / electrostriction membrane-type element characterized by to consider as the size which covers a lower electrode layer for the piezo-electricity / electrostriction film on the aforementioned lower electrode layer, and an edge juts out to up to the aforementioned ceramic substrate in piezo-electricity / electrostriction membrane-type element equipped with the ceramic substrate of thin meat, and the piezo-electricity / electrostriction operation section which is formed on the substrate and comes to carry out laminating formation of a lower electrode layer, piezo-electricity / electrostriction film, and the up electrode layer one by one

Claim 2] The piezo-electricity / electrostriction membrane type element according to claim 1 characterized by making into the aforementioned ceramic substrate and an imperfect integrated state the buckling-of-track section of the piezo-electricity / electrostriction film jutted out to up to the aforementioned ceramic substrate.

Claim 3] Piezo-electricity / electrostriction membrane type element given in either the claim 1 by which the crystal phase was constituted from material which makes a principal component the zirconium oxide by which perfect stabilization or partial stabilization was carried out when the aforementioned ceramic substrate contained at least one compound among a yttrium oxide, a cerium oxide, a magnesium oxide, and a calcium oxide, or the claim 2.

Claim 4] Piezo-electricity / electrostriction membrane type element given in either the claim 1 which consisted of material which makes a principal component the component which consists of the material or nickel niobic-acid lead with which the aforementioned piezo-electricity / electrostriction film make a principal component the component which consists of magnesium niobic-acid lead, lead zirconate, and a lead titanate, magnesium niobic-acid lead, lead ironate, and a lead titanate, a claim 2 or the claim 3.

---

Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## Detailed Description of the Invention]

0001]

Industrial Application] this invention -- piezo-electricity / electrostriction membrane type element, and inside -- mainly -- incurvation [ type / bimorph / an ink-jet print head, a microphone, the sounding body various vibrator / loudspeaker etc.) or a radiator, the uni-morph type further used for a sensor etc., ] -- it is related with the piezo-electricity / electrostriction membrane type element of the type made to generate a variation rate In addition, the element called here also means the element which performs its reverse conversion besides [ which changes electrical energy into mechanical energy, i.e., a mechanical variation rate, stress, or vibration ] an element. Moreover, since the element of this invention also has the dielectric besides piezo-electricity / electrostriction property, it can be used also as a film-like capacitor element etc.

0002]

Description of the Prior Art] the variation rate which adjusts the optical path length and a position to submicron order in fields, such as optics and precision processing, in recent years -- as what it asks for the sensing element which detects an element and minute displacement as electric change, and responds to this Development of the piezo-electricity / an electrostriction element like the actuator and sensor which are an element using the variation rate based in the inverse piezoelectric effect and electrostrictive effect which happen when electric field are added to piezo-electricity / electrostriction material, such as a ferroelectric, or its reverse phenomenon is furthered.

0003] incurvation of the uni-morph type known from the former as structure of piezo-electricity / electrostriction element in the ink-jet print head etc. in such a field, a bimorph type, etc. -- a variation rate -- although the type is adopted suitably, in order to meet the demand of improvement, such as a quality of printed character, printing speed, etc. of a printer, development which is for attaining small densification of piezo-electricity / electrostriction element, formation of a low-battery operation, and high-speed response-ization is furthered Although piezo-electricity / electrostriction elements, such as those uni-morph types, bimorph types, etc., carry out the laminating of a lower electrode layer, piezo-electricity / electrostriction film, and the up electrode layer one by one and are formed on the ceramic substrate of thin meat Since there is a possibility that an up electrode layer and a lower electrode layer may connect too hastily when piezo-electricity / electrostriction film is shorter than a lower electrode layer in case an element is formed, piezo-electricity / electrostriction film is formed so that the edge may be in agreement with the edge of a lower electrode layer, and the up electrode layer is formed on it. However, since alignment very precise in this way in order to make in agreement the edge of piezo-electricity / electrostriction film and the edge of a lower electrode layer was needed, the problem was in productivity, and also the problem was in vertical inter-electrode insulating reliability.

0004]

Problem(s) to be Solved by the Invention] The place which this invention makes a technical problem does not need such precise alignment, but makes easy vertical inter-electrode short circuit prevention, and is to raise productivity.

0005]

Means for Solving the Problem] The summary is in having considered as the size which was developed in order that his invention might solve the above-mentioned technical problem, and covers a lower electrode layer for the piezo-electricity / electrostriction film on a lower electrode layer, and an edge juts out to up to the aforementioned ceramic substrate.

0006] Thus, although precise alignment becomes unnecessary and can aim at short circuit prevention easily by jutting out and forming piezo-electricity / electrostriction film in up to a ceramic substrate the crookedness which the buckling-of-track section and the ceramic substrate of piezo-electricity / electrostriction film combine when piezo-electricity / electrostriction film is heat-treated so that it may state below, and piezo-electricity / electrostriction film

generates, although it functions enough as an element where a variation rate or the generating force is restricted and combined by the bond part. It is more desirable to remove the influence by combination as much as possible, in order for an element to pull out the property which it originally has more than enough. Therefore, this invention aims also at removing the influence by this combination, in order to harness enough the effect by the aforementioned short circuit prevention means. Below, the means for removing the influence by the cause and combination which this combination produces is explained.

[0007] Drawing 11 is an example of the uni-morph type element which provided the aforementioned short circuit prevention means. They are piezo-electricity / electrostriction film (5) like illustration. Lower electrode layer (4) It forms so that it may cover. As a result of preventing a short circuit, they are piezo-electricity / electrostriction film (5). Lower electrode layer (4) Shell ceramic substrate (3) \*\*\*\*\*ed upwards. The buckling-of-track section (11) and (11) When it is formed and the edge of each buckling-of-track section heat-treats piezo-electricity / electrostriction film, it is a ceramic substrate (3). A reaction, sintering, etc. are caused and it is combined ((12) and (12) are a bond part).

[0008] since the portion which generates distortion among piezo-electricity / electrostriction film is the portion which receives an operation of electric field, i.e., the portion pinched by the two-electrodes film, here -- the buckling-of-track section (11) and (11) \*\*\*\* -- distortion is not generated therefore, the portion pinched by the two electrodes -- crookedness -- since the buckling-of-track section is combined with the ceramic substrate even if it is going to discover a variation rate or the generating force -- crookedness -- a variation rate or the generating force cannot serve as a form restricted for a while, and the performance of element original cannot be demonstrated more than enough. Especially when using for the ink-jet print head as which a big variation rate and big high-speed responsibility are required of an element, the direction with little influence by this combination is desirable. In addition, such a thing is the same also with a bimorph type element.

[0009] Then, it is desirable to consider as the means which lessens influence by this combination, and to make into the aforementioned ceramic substrate and an imperfect integrated state the buckling-of-track section of the piezo-electricity / electrostriction film jutted out to up to the ceramic substrate. Here, an imperfect integrated state means the hing in the state which a part of buckling-of-track section combined with the ceramic substrate, or the uncombined state where there is no united portion.

[0010] Moreover, when the aforementioned ceramic substrate contains at least one compound among a yttrium oxide, a cerium oxide, a magnesium oxide, and a calcium oxide, it is desirable to have consisted of material to which a crystal phase makes a principal component the zirconium oxide by which perfect stabilization or partial stabilization was carried out.

[0011] And it is desirable to have consisted of material which makes a principal component the component which consists of the material or nickel niobic-acid lead with which the aforementioned piezo-electricity / electrostriction film make a principal component further the component which consists of magnesium niobic-acid lead, lead zirconate, and a lead titanate, magnesium niobic-acid lead, lead zirconate, and a lead titanate.

[0012]

Function] That what is necessary is just to form piezo-electricity / electrostriction film in the size jutted out to up to a ceramic substrate consequently, the precise alignment of a lower electrode layer becomes unnecessary, and also short circuit prevention with an up electrode layer and a lower electrode layer becomes easy.

[0013] moreover, the crookedness which piezo-electricity / electrostriction film generates by making the buckling-of-track section of piezo-electricity / electrostriction film into a ceramic substrate and an imperfect integrated state -- the crookedness which it is lost that a variation rate or the generating force is restricted by the bond part, and an element originally has -- a variation rate or the generating force can be demonstrated efficiently, and the aforementioned short circuit prevention means can be harnessed

[0014] In addition, since piezo-electricity / electrostriction operation section is formed in the shape of a film on the ceramic substrate of thin meat, it can obtain a variation rate also with big low operating potential relatively. And a quick speed of response, the big generating force, or generating potential can be obtained. Furthermore, since a film formation process is used, the element which has two or more piezo-electricity / electrostriction operation sections can be formed that it is simultaneous and easily on the same substrate side, without using adhesives, and the high integration is also possible.

[0015]

Example] Hereafter, it explains in detail, referring to a drawing about the piezo-electricity / electrostriction membrane type element of this invention. In addition, in order to make an understanding easy, it shall let each drawing pass and the same sign shall be given to what has the same structure and the same function.

[0016] Drawing 1 is partial explanatory drawing of the piezo-electricity / electrostriction membrane type element

concerning this invention (actuator). piezo-electricity / electrostriction operation section (2) Lower electrode layer (4) and the lower electrode layer -- covering -- \*\*-ed -- the piezo-electricity / electrostriction film of the shape of a film formed like (5) And up electrode layer (6) it forms by carrying out laminating formation one by one by the usual film formation technique -- having -- ceramic substrate (3) It is unified. (11) -- piezo-electricity / electrostriction film -- a lower electrode layer -- covering -- \*\*-ed -- it was formed as a result of forming like -- it \*\*\*\*\*s and is the section The 10 micrometers or more ((L) shows in drawing 1 (b)) of the 20 micrometers or more of the length of the edge of the buckling-of-track section (11) are 50 micrometers or more still more preferably. Thus, if the edge of piezo-electricity / electrostriction film is formed so that a lower electrode layer may be covered and the \*\*\*-ed buckling-of-track section may be formed, precise alignment with a lower electrode layer also becomes unnecessary, and can prevent easily the short circuit of a lower electrode layer and an up electrode layer.

[0017] (8) the imperfect bond part by \*\* and this invention -- the buckling-of-track section (11) and the ceramic substrate (3) of piezo-electricity / electrostriction film It is formed in between. Imperfect bond part (8) The edge and ceramic substrate (3) of the buckling-of-track section (11) It is easy to form discontinuous \*\*\*\* in a boundary, and the problem that the up electrode through this portion is disconnected by heat manufacture and in use, a shock, vibration, etc. arises. Resin layer (7) Such an open circuit is prevented and it is an up electrode (6). It is formed in order to lead on a ceramic substrate smoothly. this time -- resin layer (7) Piezo-electricity / electrostriction operation section (2) although formed in the position which does not bar operation -- uniting -- as the material -- crookedness -- in order not to have a bad influence on a variation rate or the generating force, as compared with ceramic material, it is soft, and constituting from material of high elasticity is desirable Generally, a rubber system, a polyimide system, a vinyl system, acrylic, a polyamide system, a phenol system, a resorcinol system, a urea system, a melamine system, a polyester system, a silicone system, a furan system, a polyurethane system, an epoxy system, a polyolefine system, etc. are adopted. Moreover, this resin layer (7) If it is within the limits which maintains an imperfect integrated state which is mentioned later, they are the buckling-of-track section (11) and a ceramic substrate (3). It may be entered and formed in between.

[0018] Next, an imperfect bond part is explained. First, the imperfect integrated state as used in the field of this application is the buckling-of-track section (11) and a ceramic substrate (3). Combination of a between is imperfect and they are piezo-electricity / electrostriction operation section (2). The integrated state of a grade which can demonstrate the performance needed enough is said. More specifically, it is 0.5 Kg/4mm<sup>2</sup> at the Peel (lengthening and removing) intensity between the buckling-of-track section and a ceramic substrate. It is 0.1 Kg/4mm<sup>2</sup> preferably hereafter. It is >below 0.05kg / 4mm<sup>2</sup> (2 means an angle 2mm 4mm) still more preferably hereafter. Therefore, even if it has joined together partially, it is total, and if it becomes below the intensity of the aforementioned range, it will be satisfactory all the portions that the buckling-of-track section and a ceramic substrate touch do not need to be imperfect integrated states, and ].

[0019] Moreover, these imperfect bond parts use substrate material, and the piezo-electricity / electrostriction material which is mentioned later. It forms fundamentally only using low reactivity mutual [ these ], and also they are piezo-electricity / electrostriction film (5). Before forming A dummy layer is formed so that the portion to which its piezo-electricity / electrostriction material \*\*\*\*\*s to a lower electrode, and touches a ceramic substrate may not be touched directly, it is minded, and they are piezo-electricity / electrostriction film (5). You may form. This dummy layer is formed with the material which burns and disappears with the piezo-electricity / electrostriction film heat treatment mentioned later, for example, resin material etc., and an imperfect bond part is formed after disappearance. In addition, dummy material functions as enough insulators after piezo-electricity / electrostriction film heat treatment, and they are the buckling-of-track section (11) and a ceramic substrate (3). It is able to use the material which does not burn and disappear completely, if [ aforementioned ] an integrated state is within the limits.

[0020] Thus, up electrode layer of the formed element (6) And lower electrode layer (4) Voltage is impressed and they are piezo-electricity / electrostriction film (5). When electric field act, by the transversal effect of electric-field induction distortion ceramic substrate (3) incurvation of a direction perpendicular to a plate surface -- a variation rate or the generating force -- piezo-electricity / electrostriction film (5) Although it is discovered Piezo-electricity / electrostriction film (5) The buckling-of-track section (11) is a ceramic substrate (3). Since it is in an imperfect integrated state, they are piezo-electricity / electrostriction film (5). The incurvation displacement or the generating force to generate is discovered efficiently, without receiving a limit on parenchyma.

[0021] Drawing 2 is explanatory drawing showing the example which applied the element shown in drawing 1 to the imorph type element. Ceramic substrate (3) The piezo-electricity / electrostriction operation section (2), and (2) which were formed in both sides Each piezo-electricity / electrostriction film to form (5) The buckling-of-track section (11) is a ceramic substrate (3) as well as the element shown in drawing 1. Since it is in an imperfect integrated state, an

efficient bimorph type element can be obtained.

0022] Drawing 3 shows the example which used the element of this invention for the substrate of the cavity configuration formed with the ceramic. Piezo-electricity / electrostriction operation section (2) It is the thin thick section (9a) and really formed, and displaces to a lack section (9b) side. This element is used suitable for an ink-jet print head, and extrudes the ink with which the cavity (9c) was filled up with the variation rate of an element. Even in his case, piezo-electricity / electrostriction film (5) Since it is in the thin thick section (9a) and an imperfect integrated state, the buckling-of-track section is piezo-electricity / electrostriction film (5). The incurvation displacement or the generating force to generate is told efficiently to the thin thick section (9a). Therefore, the big variation rate and the formation of a high-speed response which are required of the element applied to an ink-jet print head can be attained.

0023] Drawing 4 is piezo-electricity / electrostriction operation section (2). It is in the thin thick section (9a), the direction (9), i.e., the ceramic substrate, of the lack section (9b). It curves to a side and the change example of the element of this invention used as convex is shown. If this element is used, the intensity to the force received from a lack section side improves, and an element with the large generating force and a quick speed of response can be realized. It is suitable as an element used for the ink-jet print head which receives the reaction of the ink in a cavity especially. In addition, even when air is held in the cavity, the same effect as the above can be acquired.

0024] Moreover, as structure of a cavity substrate, as drawing 5 shows, it is the thin thick section (13a). And heavy-gage part (13b) And pars basilaris ossis occipitalis (13c) Formed cavity (13d) You may have. Thus, by forming in closed-end structure, the rigidity of a ceramic substrate (13) can improve and interference with the adjoining element can be reduced effectively. Moreover, since the area of a pars basilaris ossis occipitalis becomes large rather than the element shown in drawing 4 although it is closed-end structure therefore, in case it is used combining other parts, reliability, such as adhesion, improves. Cavity (13d) For example, it becomes ink passage or a pressure room.

Moreover, notch of a semicircle (13e) It becomes inflow \*\*\*\* of ink, and it can be used so that it may be open for free passage to a nozzle or an ink tank.

0025] Drawing 6 is the resin layer (7) shown in drawing 1 - drawing 5 . The element which changed arrangement is shown. Thus, resin layer (7) Up electrode layer (6) It can change suitably by the forming face.

0026] Drawing 7 is a resin layer (7) shown in drawing 6 . It replaces with and is an up electrode layer (6). The element using the flowing auxiliary electrode (10) is shown. Thus, it is an up electrode layer (6) like the case where a resin layer is used, by using an auxiliary electrode (10). An open circuit can be prevented.

0027] Moreover, as shown in drawing 8 , it is an up electrode layer (6). Piezo-electricity / electrostriction film (5) formation is carried out so that it may cover partially, and you may make it connect with an auxiliary electrode (10).

0028] Drawing 9 is an element (1) using the auxiliary electrode shown in drawing 7 . Ceramic substrate (3) The state where drawing 10 arranged those elements for the state where more than one were arranged upwards, in the shape of two-dimensional zigzag is shown, respectively. In addition, the thing of the mold cavity configuration shown in others, drawing 3 , plate-like drawing 4 , or plate-like drawing 5 as a ceramic substrate used for these is used suitably. thing ] Moreover, the convex thing which shows the configuration of each element to drawing 4 is used suitably.

0029] Next, in order to make the flash section and the ceramic substrate of piezo-electricity / electrostriction film into more desirable imperfect integrated state, when a ceramic substrate contains at least one compound among a yttrium oxide, a cerium oxide, a magnesium oxide, and a calcium oxide, it is desirable to consist of material to which a crystal phase makes a principal component the zirconium oxide by which perfect stabilization or partial stabilization was carried out.

0030] And the amount of the additive for stabilizing or partial stabilizing a zirconium oxide As opposed to a yttrium oxide With one-mol % - 30-mol % and a cerium oxide As opposed to six-mol % - 50-mol % and a magnesium oxide, or a calcium oxide Although it is desirable to consider as five-mol % - 40-mol %, a yttrium oxide is received also especially in it. It is to a pan to consider as two-mol % - seven-mol %. It is desirable to consider as two-mol % - four-mol %. The zirconium oxide by which the yttrium oxide was added in those ranges is because the substrate property in which partial stabilization was carried out and the crystal phase was especially excellent is shown.

0031] next, as a gestalt of a ceramic substrate, previously the object of the shape of a veneer shown in drawing 1 or drawing 2 Moreover, although it has cavity structure as shown in drawing 3 , drawing 4 , or drawing 5 , since the latter cavity substrate can make substrate thickness of the part concerned thin, Since it is rare to interfere mutually by the heavy-gage part which has the piezo-electricity / electrostriction operation sections which adjoin in a side-by-side installation gestalt between the thin thick section and the thin thick section at the time of a variation rate or vibration, without reducing the intensity of an element substrate, it is used preferably.

0032] It is related with the size of the cavity of the substrate (9) which has such cavity structures [ like ], and (13). in

addition, the length of such a cavity The width of face It is desirable that they are 20 times from double precision, and, is for the thin thick section (9a) of a cavity substrate (9) and (13), and the piezo-electricity / electrostriction operation section formed in (13a), on the other hand, it is desirable to consider as 50% - 95% from the point of displacement / generating force of an element to the width of face of this cavity.

0033] Furthermore, in order to obtain the high-speed responsibility of an element, and a big variation rate about the hickness of the ceramic substrate of thin meat, generally it is 50 micrometers. It is 30 micrometers preferably hereafter. It is 10 micrometers still more preferably hereafter. It consider as the following.

0034] Finally, although this ceramic substrate is made into the gestalt you were made to sinter, further again Formation of piezo-electricity / electrostriction operation section is preceded, and it is 1000 degrees C-1800 degreeC beforehand. It can consider as the substrate sintered by the grade. Although you may make it sinter using the green sheet of substrate material after forming the piezo-electricity / electrostriction operation section by the below-mentioned film formation technique, moreover, in it It will be advantageously used from the substrate sintered beforehand being able to make the curvature of an element small, and a pattern dimensional accuracy being obtained. In addition, as for a cavity substrate, it is desirable from the point of high reliability to produce by calcinating and inifying the thin green sheet which turns into a green sheet which prepared the hole section using the machining methods, such as metal mold and ultrasonic machining, with the thin thick section, after carrying out thermocompression bonding, a laminating and. Moreover, although sintering acids, such as clay, may be added in substrate material, it is desirable to adjust composition and the addition of an assistant into the substrate, into the substrate which constitutes the thin thick section at least in the case of the cavity substrate shown in drawing 3, drawing 4, and drawing 5, so that the material which is [ germanium dioxide / oxidization silicon boron oxide, a phosphorus oxide, ] easy to vitrify may not contain 1% of the weight or more. Because, when the aforementioned material which is easy to carry out vitrification contains in the substrate, it is because it is easy to produce a reaction at the time of heat treatment with piezo-electricity / electrostriction material and control of composition becomes difficult.

0035] By the way, for such a ceramic substrate, the surface roughness expressed with Ra in order [ which will be generated in there if it puts in another way ] to be distorted, and to receive stress effectively and to perform the reverse operation effectively, the operational characteristic of the piezo-electricity / electrostriction operation section formed on it and is 0.03-0.9 micrometers. It is adjusted so that it may become within the limits. Such surface roughness: Adjustment of Ra secures the intensity of a thin substrate upwards again, and is effective.

0036] And lower electrode layer predetermined to a such ceramic substrate top (4) Up electrode layer (6) And piezo-electricity / electrostriction film (5) It prepares and they are piezo-electricity / electrostriction operation section (2). In order to form, various kinds of well-known film formation technique is adopted suitably, for example, the thin film formation technique, such as the thick-film formation technique, such as screen-stencil, a spray, dipping, and an application, an ion beam, sputtering, vacuum deposition, ion plating, CVD, and plating, is chosen suitably. Especially, they are piezo-electricity / electrostriction film (5). In order to form, the thick-film formation technique by screen-stencil, the spray, dipping, application, etc. will be adopted suitably. Because, according to those thick-film formation technique, it is 0.01 micrometers or more of mean particle diameters. 5-micrometer less or equal is 0.05 micrometers or more preferably. It is because film formation can be carried out on a ceramic substrate using the paste and slurry which make a principal component the ceramic particle of piezo-electricity / electrostriction material 3 micrometers or less and a good element property is acquired. Moreover, pattern formation is carried out, using screen printing, the hotolithography method, etc. as a configuration of such a film, and also pattern formation of the unnecessary portion may be removed and carried out using the machining methods, such as a laser process, and slicing, ultrasonic machining.

0037] In addition, even if the structure of an element and the configuration of film-like piezo-electricity / electrostriction operation section which are produced here are a special configuration which is not limited at all, and could adopt in any configurations according to the use, for example, combined circular [, such as polygons, such as a triangle and a square, a circle, an ellipse, and an annulus ring, ], the pectinate, the shape of a grid, and these, they do not interfere at all.

0038] Moreover, each film (4) by which did in this way and film formation was carried out by the above-mentioned method on the ceramic substrate, (5), and (6) After being heat-treated, and making it become a substrate and integral construction at every formation of each film and forming all films, it heat-treats simultaneously and each film may be made to be combined with a substrate in one simultaneously. Of course, even when you use these formation methods, piezo-electricity / electrostriction film disturbs and let the section and a ceramic substrate be imperfect integrated states by the method used in each aforementioned example. In addition, when forming an electrode layer by such film

formation technique, in order to unify, heat treatment may not necessarily be needed. For example, up electrode layer (6) Before forming, it is a lower electrode layer (4). Although the resin layer the case where an insulating resin etc. performs an insulating coat to the circumference of an element, and for preventing an open circuit of an up electrode layer which has been indicated to drawing 1 etc. may be formed since insulation is ensured In this case, methods, such as the vacuum evaporationo and sputtering which do not need heat treatment, and \*\*, are adopted as formation of an up electrode layer (6).

[0039] Furthermore, generally as heat treatment temperature for considering as the configuration which curved to convex to the substrate side which unified the film and substrate which were formed in this way, and was shown in drawing 4 , it is 900 \*\*C-1400 degreeC. The temperature of a grade is adopted and it is 1000 degrees C-1400 degreeC preferably. The temperature of the range is chosen advantageously. Moreover, piezo-electricity / electrostriction film (5) When heat-treating, heat-treating is desirable, performing atmosphere control with the evaporation source of piezo-electricity / electrostriction material so that composition of piezo-electricity / electrostriction layer may not become instable at the time of an elevated temperature. Moreover, piezo-electricity / electrostriction film (5) Laying a upwards suitable cover member and adopting the technique which the front face is not directly exposed by the firing environments, makes, and calcinates is also recommended. In this case, as a cover member, the thing of the same material system as a substrate will be used.

[0040] In addition, the lower electrode layer (4) and up electrode layer (6) which constitute the piezo-electricity / electrostriction operation section produced by the above-mentioned method and as material, such as an auxiliary electrode (10) If it is the conductor which can bear the high-temperature-oxidation atmosphere about the aforementioned heat treatment temperature and burning temperature, it is not what is regulated especially. For example, even if you may be an alloy even if it is a metal simple substance, and it is the mixture of insulating ceramics, and a metal and an alloy, and it is conductive ceramics further, it does not interfere at all. But also in it, the electrode material which makes a principal component alloys, such as high-melting point noble-metals [, such as platinum, palladium and rhodium, ] or silver-palladium, silver-platinum, and platinum-palladium, is used suitably more preferably, and the cermet material of platinum, substrate material, and piezoelectric material is [ it is still more desirable, the cermet material of platinum and ceramic substrate material is desirable still more desirable and ] desirable. Moreover, as a material added to an electrode, since glass, such as oxidization silicon, tends to become the cause of being easy to produce a reaction and reducing an actuator property during heat treatment with piezo-electricity / electrostriction film, it is desirable to avoid the use. In addition, as a substrate material made to add in an electrode, it is a 5 - 30 volume % grade and an one side piezoelectric material. It is desirable that it is a 5 - 20 volume % grade.

[0041] and the electrode formed using such a conductor material -- general -- 20 micrometers or less -- desirable -- It will be formed in the thickness of 5 micrometers or less.

[0042] moreover, as the piezo-electricity / an electrostriction material which constitutes piezo-electricity / electrostriction operation section If it is the material which shows the electric-field induction distortion of piezo-electricity or an electrostrictive effect, even if it may be adopted even if it is which material and is the material of a crystalline substance It may be an unnecessary material even if it does not interfere at all even if you may be an imorphous material, and it is a semiconductor material and is dielectric ceramic material and ferroelectric ceramic material, and it is the material which still needs polarization processing.

[0043] but the material which makes PZT (PZT system) a principal component preferably as the piezo-electricity / an electrostriction material used for this invention, the material which makes a principal component magnesium niobic-acid lead (PMN system), the material which makes a principal component nickel niobic-acid lead (PNN system), the material which makes manganese niobic-acid lead a principal component, the material which makes antimony stannic-acid lead a principal component, the material which make zinc niobic-acid lead a principal component, and the material which make a lead titanate a principal component -- such composite material etc. be used further Into the material mentioned above, in addition, a lanthanum, barium, niobium, zinc, a cerium, Cadmium, chromium, cobalt, antimony, iron, an yttrium, a tantalum, A tungsten, nickel, manganese, a lithium, strontium, calcium, Even if it adds a lanthanum or the material which made oxides, such as a bismuth, and other compounds of them contain as an additive, for example, the material which makes a PZT system a principal component, and it adds an above-mentioned additive to the aforementioned material suitably so that it may become a PLZT system, it does not interfere at all. In addition, you should avoid addition of glass material, such as oxidization silicon. It is because the control to desired piezo-electricity / electrostriction film composition becomes difficult and the variation of an actuator property and a fall are caused, in order that lead system piezo-electricity / electrostriction material, such as a PZT system, may tend to react with glass.

[0044] The material which makes a principal component the component which consists of magnesium niobic-acid lead,

lead zirconate, and a lead titanate also in these piezo-electricity / electrostriction material. Or the material which makes a principal component the component which consists of nickel niobic-acid lead, magnesium niobic-acid lead, lead zirconate, and a lead titanate is desirable. Furthermore, the material which makes a principal component the component which consists of magnesium niobic-acid lead, lead zirconate, and a lead titanate also especially in it. Since there are few especially reactions with the substrate material under the heat treatment, can press down low to the grade which does not affect the performance by which the integrated state of the buckling-of-track section and a ceramic substrate is needed for piezo-electricity / electrostriction operation section, and also The segregation of a component cannot occur easily and processing for maintaining composition may be performed suitably. It combines with having a high piezoelectric constant -- the target composition and crystal structure are easy to be acquired -- is used advantageously, and is recommended as a material in the case of forming piezo-electricity / electrostriction film by the thick-film formation technique, such as screen-stencil, a spray, dipping, and an application. In addition, although a piezo-electric property changes with composition of a component in the case of multicomponent system piezo-electricity / electrostriction material With 3 component system material of the magnesium niobic-acid lead-lead zirconate-lead titanate suitably adopted by this invention Composition near the phase boundary of pseudo-cubic-tetragonal-\*\*\*\*\* is desirable. especially Magnesium niobic-acid lead:15-mol % - 50-mol %, Lead zirconate: Ten-mol % and lead-titanate:30-mol % - 45-mol% of composition is advantageously adopted from having a high piezoelectric constant and a high electromechanical coupling coefficient. [ % - 45-mol ]

0045] in addition -- as the thickness of the piezo-electricity / electrostriction operation section which consists of the electrode layers, and the piezo-electricity / electrostriction films which are formed by carrying out like the above -- general -- 100 in order to be carried out to below mum and to obtain a big variation rate etc. by low operating potential is thickness of piezo-electricity / electrostriction film -- desirable -- 50 micrometers or less -- further -- desirable -- It is desirable to be referred to as 3 micrometers or more 40 micrometers or less.

0046] Moreover, although a thing [ need / to be polarization processed / in the aforementioned piezo-electricity / electrostriction material ] is used, as for a case, generally, it is desirable in the element of the type of the uni-morph or bimorph using the transversal effect of electric-field induction distortion, in the case of an element of a membrane type like this application, although voltage is impressed to vertical inter-electrode one and polarization processing is performed to polarize an up electrode layer as plus. The piezo-electricity / electrostriction film formed so that this application might be followed are because the domain or orientation of a direction which meets in the direction of polarization is easy to be formed and polarization is effectively made, before the stress from a substrate etc. performs polarization processing (voltage impression processing) at the time of the sintering (at the time of heat treatment).

0047] The amount of displacement of the element by this application which has the element by which the buckling-of-track section of the piezo-electricity / electrostriction film which covered the lower electrode layer to Table 1, and was cut out over it to up to the ceramic substrate is combined with the ceramic substrate with heat treatment, and the buckling-of-track section and a ceramic substrate in an imperfect integrated state is shown.

Table 1]

表 1

作成方法	基板材料	付着強度 (Kg/4mm <sup>2</sup> )	素子の変位 (μm)
比較例 1	96%アルミナ	>2 注3)	0.5
比較例 2	ジルコニア 注1)	1	1.5
本願による素子	ジルコニア 注2)	<0.01 注4)	2.0

(DC 30V印加時)

注1) 酸化イットリウム3mol%添加部分安定化ジルコニア・酸化珪素5重量%添加

注2) 酸化イットリウム3mol%添加部分安定化ジルコニア

注3) 付着強度測定時、基板と圧電/電歪膜との間で破壊が生ずる前に、リード線を立てている接着剤が2Kgで剥離した。

注4) リード線を圧電/電歪膜上に接着する過程で、測定用圧電/電歪膜パッドが剥離し、強度測定に至らなかった。また、中には、圧電/電歪膜熱処理後、自然に剥離するものもあった。

In addition, element structure was made into the same structure as what was shown in drawing 3, used the material which consists of magnesium niobic-acid lead, lead zirconate, and a lead titanate for piezo-electricity / electrostriction material, and used the alumina for substrate material 96% as the zirconium oxide which carried out partial stabilization by the yttrium oxide, and an example of comparison. Moreover, the thickness of a diaphragm is 10 micrometers. The size of the thin thick section of a substrate is 0.8mm x 3mm. On this 30-micrometer the piezo-electricity / electrostriction film, and 0.1 which consist of a 5-micrometer platinum lower electrode and said material Cu/Cr of 1μm the up electrode is formed in layers. Of course, piezo-electricity / electrostriction film is formed so that a lower electrode layer may be covered.

0048] A bond strength is the buckling-of-track section (11) and a ceramic substrate (3). An integrated state is shown, the ceramic substrate of the same material as the element-sized material, and piezo-electricity / electrostriction material were used, and the sample for bond-strength measurement was created and evaluated. On the ceramic substrate, directly, the sample for bond-strength measurement formed piezo-electricity / electrostriction film so that it might become the thickness of 30 micrometers in the area of 2 (2mm angle) 4mm. Then, the L type lead wire for Peel on-the-strength measurement of 0.8mm phi of annealed copper material was pasted up on piezo-electricity / electrostriction film front face, the tension tester pulled this lead wire at the rate of 20 mm/min, and the value which the bond part of piezo-electricity / electrostriction film, and a ceramic substrate destroys was evaluated. As compared with the examples and 2 of comparison, it is the effect that the element of the structure by this application has the buckling-of-track section of piezo-electricity / electrostriction film in a substrate and an imperfect integrated state, and it turns out that the big variation rate is shown so that clearly from this result.

0049] In addition, this invention can add change, correction, and improvement, unless it is not limited to each above-mentioned example and deviates from the range of this invention.

0050]

Effect of the Invention] If the piezo-electricity / electrostriction membrane type element of this invention are used, since the short circuit of an up electrode layer and a lower electrode layer can be prevented easily, productive efficiency improves. Moreover, an element can demonstrate enough the performance which it originally has by making the buckling-of-track section and the ceramic substrate of piezo-electricity / electrostriction film into an imperfect integrated state. The demand of the field by which the big variation rate and big high-speed responsibility of an element especially made indispensable can be met enough. Furthermore, high integration is also possible, without spoiling

these performances.

---

[Translation done.]